

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-275569  
(43)Date of publication of application : 25.09.2002

---

(51)Int.Cl. C22C 23/02

---

(21)Application number : 2001-072993 (71)Applicant : RYOBI LTD  
(22)Date of filing : 14.03.2001 (72)Inventor : OMURA HIROYUKI  
YAMADA YOJI

---

(54) CREEP RESISTANT Mg ALLOY

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a creep resistant alloy which has creep resistance superior to that of an AE42 alloy and relatively excellent corrosion resistance, does not suffer cracking, has excellent castability, and is also inexpensive compared with the AE42 alloy.

**SOLUTION:** The creep resistant Mg alloy has a composition containing, by mass, 1.5 to 4.0% Al(aluminum), 0.5 to 1.8% Si(silicon), 0.05 to 0.6% rare earth elements (hereinafter referred to as RE) and 0.005 to 1.5% Sr(strontium) or Sb (antimony), and the balance Mg(magnesium) with inevitable impurities. If required, 0.3 to 1.5% Ca is further added thereto to improve its creep resistance. If required, 0.1 to 0.4% Mn is added thereto to improve its corrosion resistance.

---

LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-275569

(P2002-275569A)

(43)公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 22 C 23/02

識別記号

F I

テーマコード(参考)

C 22 C 23/02

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願2001-72993(P2001-72993)

(22)出願日 平成13年3月14日 (2001.3.14)

(71)出願人 000006943

リヨーピ株式会社

広島県府中市目崎町762番地

(72)発明者 大村 博幸

広島県府中市目崎町762番地 リヨーピ株式会社内

(72)発明者 山田 洋二

広島県府中市目崎町762番地 リヨーピ株式会社内

(74)代理人 100094983

弁理士 北澤 一浩 (外2名)

(54)【発明の名称】 耐クリープMg合金

(57)【要約】

【課題】 AE42合金より優れた耐クリープ特性と比較的優れた耐食性を有し、割れが生じること無く鋳造性に優れ、コスト的にもAE42合金と比較すると安価な耐クリープMg合金の提供。

【解決手段】 耐クリープMg合金は、Al(アルミニウム)が1.5~4.0質量%、Si(ケイ素)が0.5~1.8質量%、希土類元素(以下、REと称す)が0.05~0.6質量%、Sr(ストロンチウム)またはSb(アンチモン)が0.005~1.5%、残部Mg(マグネシウム)と不可避的不純物からなる。また、必要応じて、Caを0.3~1.5質量%さらに添加すると耐クリープ性が向上する。また、必要に応じてMnを0.1~0.4質量%添加すると耐食性が向上する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 A1を1.5～4.0質量%、Siを0.5～1.8質量%、希土類元素を0.05～0.6質量%、Srを0.005～1.5質量%含み、残部Mgと不可避的不純物からなることを特徴とする耐クリープMg合金。

【請求項2】 A1を1.5～4.0質量%、Siを0.5～1.8質量%、希土類元素を0.05～0.6質量%、Sbを0.005～1.5質量%を含み、残部Mgと不可避的不純物からなることを特徴とする耐クリープMg合金。

【請求項3】 Caを0.3～1.5質量%含むことを特徴とする請求項1又は2記載の耐クリープMg合金

【請求項4】 Mnを0.1～0.4質量%含むことを特徴とする請求項1乃至3記載の耐クリープMg合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は機械部品、例えば自動車部品や二輪車部品として利用される軽量なMg合金部材に関し、特に、高温環境下使用で要求される耐クリープ、耐熱強度、耐食性を有し、しかも鋳造割れなどの鋳造欠陥が生じない、鋳造性にすぐれたMg合金（例えば、ダイカスト用Mg合金）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、自動車用部品の素材に使用されるMg合金としては、例えばASTM B93に制定されるダイカスト用Mg合金があり、その中でもAS系合金が耐熱性に優れている。AS系合金のうち、AS21合金は、比較的高い耐クリープ性を有し、マニュアル車用ミッションケースなどの耐熱部品に用いられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、AS21合金は、耐食性などの問題を解決することができず、また、オートマチック車用ミッションケースなどの温度環境下においては、更に高いクリープ特性を要求される。

【0004】 AS21合金およびAS41合金にCaを添加すると、更に優れた耐クリープ合金を得ることができる。また、Ca及び希土類を添加した合金は、AS系合金よりも高い耐クリープ性をもっているが、満足できる耐クリープ特性には至っていない。

【0005】 希土類元素を含む代表的なダイカスト用合金であるAE42合金は、耐クリープ特性がAS21合金及びAS41合金よりも優れている。しかし、型残りなどの鋳造性に問題があり、ダイカストが困難となる。また、他の例えばAZ91D合金等と比較すると、コストが高く量産性に難点がある。

【0006】 そこで本発明は、AE42合金より優れた耐クリープ特性と比較的優れた耐食性を有し、割れが生じること無く鋳造性に優れ、コスト的にもAE42合金と比較すると安価な耐クリープMg合金を提供すること

を目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明は、A1を1.5～4.0質量%、Siを0.5～1.8質量%、希土類元素を0.05～0.6質量%、Srを0.005～1.5質量%含み、残部Mgと不可避的不純物からなる耐クリープMg合金を提供している。

【0008】 また本発明は、A1を1.5～4.0質量%、Siを0.5～1.8質量%、希土類元素を0.05～0.6質量%、Sbを0.005～1.5質量%含み、残部Mgと不可避的不純物からなる耐クリープMg合金を提供している。

【0009】 ここで、耐クリープ性を向上させるために、Caを0.3～1.5質量%含むのが望ましい。又、耐食性を向上させるために、Mnを0.1～0.4%含むのが望ましい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 本発明の第1の実施の形態による耐クリープMg合金について説明する。本発明の第1の実施の形態の耐クリープMg合金は、A1（アルミニウム）が1.5～4.0質量%、Si（ケイ素）が0.5～1.8質量%、希土類元素（以下、REと称す）が0.05～0.6質量%、Sr（ストロンチウム）が0.005～1.5%、残部Mg（マグネシウム）と不可避的不純物からなる。また、必要応じて、Caを0.3～1.5質量%さらに添加すると耐クリープ性が向上する。また、必要に応じてMnを0.1～0.4質量%添加すると耐食性が向上する。

【0011】 ここで、A1の含有量が4.0質量%を越えると、耐クリープ性と耐食性は低下し、AE42合金並の耐クリープ性が得られない。従って、A1添加量は4.0質量%以下とした。一方、A1の含有量が1.5質量%未満であると、鋳造性（割れ性）が改善されず、割れや湯流れに問題が生じ、良好な鋳造を行うことができなくなる。従って、A1添加量は2.0質量%以上とした。

【0012】 Siは、添加量を増加させるほど、Mg合金の耐クリープ性及び鋳造性を向上させることができ。しかし、Siの添加量を増加しすぎると液相線温度が上昇し、鋳造温度を上げなければならない。Siの添加量が1.8質量%を越えると、液相線温度が700℃を越えるために鋳造が困難となる。また、耐食性が低下する。従って、Siの添加量は1.8質量%以下とした。一方で、Siの添加量が0.5質量%未満であると、耐クリープ性が低下する。また、割れ性等の鋳造性にも悪影響を及ぼし、やはり鋳造が困難になる。従って、Siの添加量は0.5質量%以上とした。

【0013】 REは耐クリープ性向上のため添加されるが、図1に示されるように、Siの溶解度が増加すると

REの溶解度は減少する傾向にある。従って、Siの添加量の下限値(0.5%)との関係から、REの添加量の上限値は、0.6質量%とした。一方で、REの添加量が0.05%未満では満足する耐クリープ強度が得られない。従って、REの添加量の下限値は0.05質量%とした。

【0014】Srを添加すると0.005質量%程度でも組織が微細化され铸造割れに対して効果が有り、耐クリープ性が向上する。Srの含有量が0.005質量%未満ではこのような効果が生じないので、Srの添加量は0.005質量%以上とした。Srの添加量が1.5質量%を超えるまでは、Srの添加量を増加させることで、Mg合金の耐クリープ性を向上させることができる。しかし、1.5質量%を超えると耐クリープ性の効果が低下して、耐食性も低下する。そこで、Srの添加量は1.5質量%以下とした。

【0015】Mnは、耐食性を改善するために添加される。Mnの添加量が0.4質量%を越えても更なる耐食性の改善は見込めず、それどころか、化合物が生成され、耐クリープ性に影響を及ぼす可能性がある。従って、Mnの添加量は、0.4質量%以下とした。一方で、Mnの添加量が0.1質量%未満であると、耐食性の改善は見られない。従って、Mnの添加量は、0.1質量%以上とした。

【0016】Caを添加するとMg合金の耐クリープ性が向上する。しかし、添加しすぎると铸造割れ等を起こしやすくなり、健全な铸造品が得られない。Caの添加量が1.5質量%を超えると、铸造割れをおこしやすく、健全な铸造品を得ることができない。従って、Caの添加量は、1.5質量%以下とした。一方で、Caの添加量が0.3質量%未満であると、十分な耐クリープ強度が得られない。従って、Caの添加量は0.3質量%以上とした。

【0017】なお、最小量の通常存在する不可避的不純物は0.004質量%未満のFe(鉄)、0.001質量%未満のNi(ニッケル)、0.08質量%未満のCu(銅)、0.01質量%未満のZn(亜鉛)等である。

合金	Al	Zn	Si	Ca	Sr	Sb	Mn	Fe	Ni	RE	Mg
試料1	9.21	0.86	0.02	—	—	—	0.26	<0.0005	<0.0004	—	強
試料2	3.90	0.01	1.1	—	—	—	0.25	<0.0005	<0.0004	—	強
試料3	4.23	0.01	0.01	—	—	—	0.11	<0.0005	<0.0004	2.0	強
試料4	3.52	0.01	0.92	0.61	0.41	—	0.15	<0.0005	<0.0004	0.5	強
試料5	3.23	0.01	1.11	—	0.8	—	0.25	<0.0005	<0.0004	0.5	弱
試料6	3.21	0.01	1.06	0.71	—	0.2	0.27	<0.0005	<0.0004	0.5	弱
試料7	3.34	0.01	0.88	—	—	0.3	0.27	<0.0005	<0.0004	0.5	弱

【0024】図4に実験結果を示す。試料1(AZ91D合金)及び試料2(AS41合金)は、耐クリープ性が悪い。試料4乃至試料7(本発明の合金)は、いずれも試料1(AZ91D合金)及び試料2(AS41合金)よりも耐クリープ性に優れている。Caを添加しな

【0018】次に、本発明の第2の実施の形態の耐クリープMg合金について説明する。本発明の第2の実施の形態の耐クリープMg合金は、Alが1.5~4.0質量%、Siが0.5~1.8質量%、REが0.05~0.6質量%、Sb(アンチモン)が0.005~1.5質量%、残部Mgと不可避的不純物からなる。また、必要に応じて、Caを0.3~1.5質量%さらに添加すると耐クリープ性が向上する。また、必要に応じてMnを0.1~0.4質量%添加すると耐食性が向上する。

【0019】Sbは、0.005~1.5質量%程度を添加すると耐クリープ性が増加する。0.005質量%の微量添加であっても耐クリープ性は増加する。Sbの含有量が0.005質量%未満ではこのような効果が生じないので、Sbの添加量は0.005質量%以上とした。一方で、Sbの含有量が1.5質量%を超えると、耐クリープ性向上の効果が認められなくなるので、Sbの添加量は1.5質量%以下とした。

【0020】Sb以外の元素の添加量の限定理由については、第1の実施の形態の耐クリープMg合金と同様である。

【0021】(実験1) 本発明合金と比較材料について耐クリープ性実験を行った。200℃の温度雰囲気で、曲げ荷重を負荷したときの変位の時間変化を測定した。試験片1は、図2に示されるようにASTM規格の引張試験片(平行部の直径6.35mm、標点間距離50mm、長さ210mm)を用いた。図3(a)、図3(b)に示されるように、試験片1a、1b、1cを3本平行に並べ、その両端を支持台2a、2bにて支持した。支持台2aと2bの間の距離は150mmとした。試験片1a、1b、1cに1本当たり2kgの加重をかけた。

【0022】試験に用いた試料の組成比は表1に示す通りである。ここで、試料1はAZ91D合金、試料2はAS41合金、試料3はAE42合金、試料4及び試料5は本発明の第1の実施の形態の合金、試料6及び試料7は本発明の第2の実施の形態の合金である。

### 【0023】

【表1】

い本発明の合金たる試料5および試料7の実験結果は、図4上で試料3(AE42合金)の実験結果とほぼ重なっており、同程度の耐クリープ性を示す。また、Caを添加した本発明の合金たる試料4および試料6の実験結果は、図4上でほぼ重なっているが、いずれも試料3

(AE42合金)よりも耐クリープ性は良好である。このことから、Mg-Al-Si系合金に、REと、Sr又はSbを添加することによって、耐クリープ性が向上して、AZ91D合金及びAS41合金よりも耐クリープ性が優れ、AE42合金と同程度の耐クリープ性を有する合金が得られることがわかる。さらに、Caを添加することによりAE42合金と比較して倍程度耐クリープ性の優れた合金が得られることがわかる。なお、ここで、いずれの本発明合金(試料4乃至試料7)もコスト的にAE42合金より安い。

【0025】(実験2)表2に示す2種の鋳造条件で、種々の組成比の合金を用いて、図5に示す形状の試料を

鋳造し、割れ、クラック、微小クラックの発生の有無を調べた。実験で使用したそれぞれの試片の合金組成を表3に示す。試片1はAZ91D合金であり、試片2はAE42合金であり、試片3及び試片4は本発明の第1の実施の形態の合金であり、試片5及び試片6は本発明の第2の実施の形態の合金である。表2の条件1は通常行われる条件で、条件2は通常用いられない。図5の試片の形状は、平行部の長さが105mmであり、拘束端部の角部Rは、曲率半径0mmのものと2mmのものを鋳造した。

【0026】

【表2】

鋳造条件	条件1		条件2
	可動: 130°C	固定: 140°C	可動: 130°C
金型温度 [°C]			固定: 140°C
鋳造圧力 [Mpa]	7.80		7.80
射出速度 [m/s]	2.1		0.96
溶湯温度 [°C]	690		690
キュアリングタイム [s]	2		2
ショットタイムラグ [s]	0		0
低速速度 [m/s]	0.5		0.5

【0027】

【表3】

合金	Al	Zn	Si	Fe	Ni	Ca	Cu	Sr	RE	Sb	Mn	Mg
試片1	9.18	0.91	0.01	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	—	—	0.25	残
試片2	4.15	0.01	0.02	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	0.5	—	0.25	残
試片3	3.45	0.01	1.15	0.0005	0.0005	0.58	0.0005	0.5	0.5	—	0.10	残
試片4	3.32	0.01	0.95	0.0005	0.0005	—	0.0005	0.4	0.5	—	0.20	残
試片5	8.28	0.01	1.05	0.0005	0.0005	0.6	0.0005	—	0.5	0.3	0.25	残
試片6	3.28	0.01	0.98	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	0.5	0.8	0.25	残

【0028】割れ、クラックについては、目視によってチェックした。微少クラックについては、カラーチェックで確認した。割れ性の評価は、同様の条件それぞれ10個の試片を作成し、鋳造後に割れ、クラック、微小ク

ラックの発生した試片の数を計上し、この数値を指標として行った。観察結果を表4に示す。

【0029】

【表4】

合金	鋳造条件	R [mm]	割れ	クラック	微少クラック	良品
試片1	1	0	0	0	0	10
		2	0	0	1	9
	2	0	0	5	5	0
試片2	1	0	1	3	4	2
		2	7	1	1	1
	2	0	0	10	0	0
試片3	1	0	0	0	5	5
		2	0	0	0	10
	2	0	0	4	6	0
試片4	1	0	0	0	5	5
		2	0	0	0	10
	2	0	0	4	6	0
試片5	1	0	0	0	6	4
		2	0	0	0	10
	2	0	0	4	6	0
試片6	1	0	0	0	4	6
		2	0	0	0	10
	2	0	0	5	5	0

【0030】鋳造条件2では、いずれの試片もクラックまたは微少クラックが生じ、良品を得ることはできなか

った。試片1 (AZ91D合金)では、割れやクラックが認められなかったが、試片2 (AE42合金)では、

鋳造条件1でも割れやクラックが認められた。試片3乃至試片6（本発明の第1の実施の形態の合金及び第2の実施の形態の合金）では、鋳造条件1であれば、割れやクラックは認められず、微小クラックが生じたのみであった。この結果から、本発明の合金は、AZ91D合金と比較すると耐割れ性がわずかに劣るが、AE42合金と比較すると良好な耐割れ性を呈することがわかる。

【0031】また、同じ鋳造条件1であっても、Rが異なると、割れ及びクラックの発生状況が異なる。試片1（AZ91D合金）については、Rが0mmのときには割れ、クラック、微少クラックともに認められないが、Rが2mmのときに微小クラックを生じた試料が認められた。試片2（AE42合金）については、Rが0mmのときにも、Rが2mmのときにも割れ、クラック、微小クラックが認められた。試片3乃至試片6（本発明の第1の実施の形態の合金及び第2の実施の形態の合金）

合金	Al	Zn	Si	Fe	Ni	Ca	Cu	Sr	RE	Sb	Mn	Mg
合金1	9.03	0.89	0.01	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	—	—	0.25	残
合金2	4.12	0.01	0.01	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	0.5	—	0.25	残
合金3	4.21	0.01	1.12	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	—	—	0.10	残
合金4	3.35	0.01	1.13	0.0005	0.0005	0.58	0.0005	0.5	0.5	—	0.21	残
合金5	3.36	0.01	0.98	0.0005	0.0005	—	0.0005	0.4	0.5	—	0.28	残
合金6	3.29	0.01	1.11	0.0005	0.0005	0.6	0.0005	—	0.5	0.3	0.28	残
合金7	3.31	0.01	0.99	0.0005	0.0005	—	0.0005	—	0.5	0.3	0.26	残

【0034】図6に実験結果を示す。合金4乃至合金7（本発明の第1の実施の形態の合金及び第2の実施の形態の合金）は合金3（AS41の合金）と比較すると良好な耐食性を示す。合金5（本発明の第1の実施の形態の合金で、Caを添加しないもの）と合金7（本発明の第2の実施の形態の合金で、Caを添加しないもの）の耐食性は、合金2（AE42合金）と比較すると劣るが、合金1（AZ91D合金）と比較すると良好であり、本発明の合金は、AS系合金にRE及びSr、Sbを添加することにより耐食性が改善されていることがわかる。また、合金4（本発明の第1の実施の形態の合金で、Caを添加したもの）と合金6（本発明の第2の実施の形態の合金で、Caを添加したもの）は、合金1（AZ91D合金）とほぼ同程度の耐食性を示す。

### 【0035】

【発明の効果】請求項1記載の耐クリープMg合金によれば、AS系合金にREとSrを添加することにより、耐クリープ性を飛躍的に向上させることができ、耐食性も良好となる。又、AE42合金よりもコスト的に安価とすることが出来る。更に、Siが共晶域前後に含まれるために鋳造性に優れている。

【0036】請求項2記載の耐クリープMg合金によれば、AS系合金にREとSbを添加することにより、耐クリープ性を飛躍的に向上させることができ、耐食性も良好となる。又、AE42合金よりもコスト的に安価とすることが出来る。更に、Siが共晶域前後に含まれるために鋳造性に優れている。

は、Rが0mmの時に微小クラックが認められたが、Rが2mmのときは認められない。このことより、本発明の合金は、Rを付けることによって、AZ91D合金とほぼ同等の耐割れ性を示すことがわかる。

【0032】（実験3）表5に示された組成による合金を表2の鋳造条件1で鋳造し、作製した試験片（10×20×145）を用いて耐食性の評価を行った。試験片は表面をエメリーペーパー#2000番まで湿式研磨、バフ研磨を行った。耐食性は塩水噴霧法（JISZ2371）を用いて65時間行い、腐食率（mg/day/dm<sup>2</sup>（MMD））を測定した。合金1はAZ91D合金、合金2はAE42合金、合金3はAS41合金、合金4及び合金5は本発明の第1の実施の形態の合金、合金6及び合金7は本発明の第2の実施の形態の合金である。

### 【0033】

#### 【表5】

【0037】請求項3記載の耐クリープMg合金によれば、請求項1記載の耐クリープMg合金または請求項2記載の耐クリープMg合金に更にCaが含まれるため、AE42合金の倍程度の耐クリープ性を得ることが出来る。又、難燃性があり、取り扱いやすい。

【0038】請求項4記載の耐クリープMg合金によれば、請求項1記載の耐クリープMg合金または請求項2記載の耐クリープMg合金に更にMnが所定量含まれるので、耐食性に優れた合金とすることが出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】MgへのRE溶解度に対するSi含有量の影響を示す図。

【図2】実験1の耐クリープ性実験に用いた試料の形状を示す図。

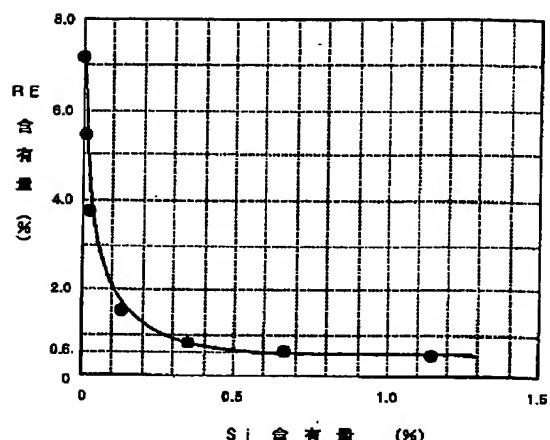
【図3】実験1の耐クリープ性実験の様子を示す図であり、（a）は上面図、（b）は側面図である。

【図4】本発明の実施の形態による耐クリープMg合金及び比較材料の実験1による耐クリープ性に関する測定の結果を示す図。

【図5】本発明の実施の形態による耐クリープMg合金及び比較材料の割れ性評価のために鋳造した試片の形状を示す図であり、（a）は正面図、（b）は側面図である。

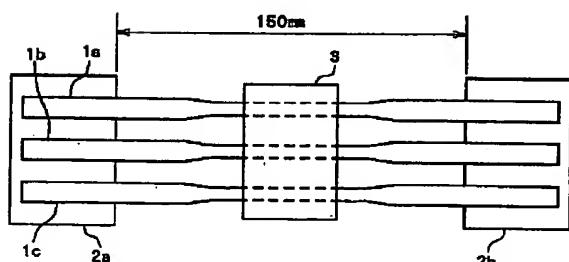
【図6】本発明の実施の形態による耐クリープMg合金及び比較材料の実験3による耐食性の測定結果を示す図。

【図1】

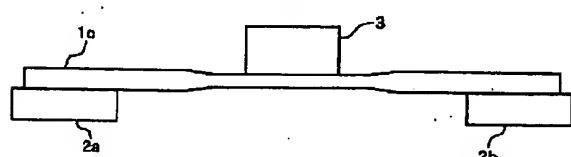


【図3】

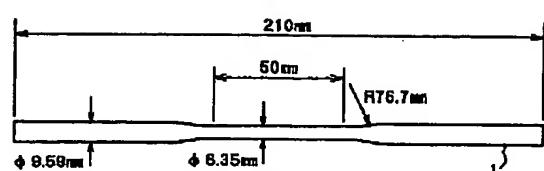
(a)



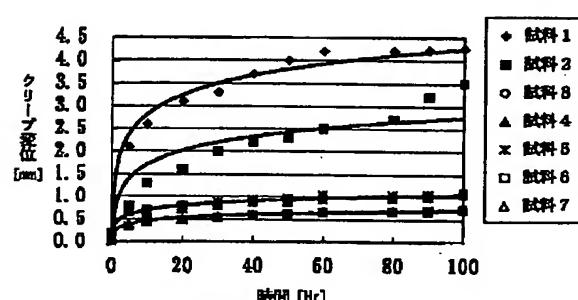
(b)



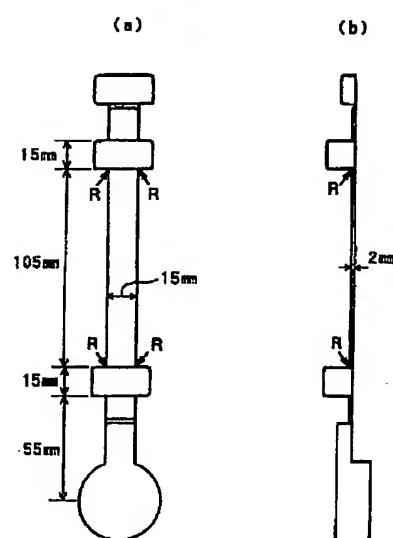
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

